

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Pada penelitian ini terdapat permasalahan yang timbul pada ruang kultur. Ruangan yang diusahakan stabil dan tetap sama dengan cara mengontrol pencahaya dan suhu terkadang terjadi pemadaman listrik yang mengakibatkan berubahnya kondisi ruangan seperti suhu ruang kultur sedikit meningkat dan tidak terdapat penyinaran pada tanaman yang dikulturkan. Selain pemadaman listrik masih terdapat permasalahan lainnya seperti eksplan yang mati akibat pencoklatan dan terkontaminasi.

4.2 Uji Normalitas dan Uji F pada Taraf 5% Variabel Pengamatan

Sebelum dilakukan analisis keragaman, data pengamatan dilakukan uji normalitas. Data yang normal dilanjutkan ke analisis keragaman pada taraf 5%, sedangkan data yang tidak normal disajikan secara deskriptif dalam bentuk histogram.

Tabel 1. Rangkuman hasil uji normalitas variabel menggunakan program CoStat metode run test

No	Variabel Pengamatan	Probabilitas	Normal / Tidak Normal
1	Persentase tumbuh tunas	0,000	Tidak Normal
2	Persentase tumbuh akar	0,000	Tidak Normal
3	Saat tumbuh tunas	0,1582	Normal
4	Saat tumbuh akar	0,4804	Normal
5	Jumlah tunas	0,000	Tidak Normal
6	Jumlah akar	0,4804	Normal
7	Jumlah daun	0,1582	Normal
8	Berat basah total	0,7242	Normal
9	Berat total kalus	0,048	Tidak Normal
10	Tinggi tunas	0,2898	Normal

Ket : $P > 0,05$ = Data normal
 $P \leq 0,05$ = Data tidak normal

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa hanya variabel saat tumbuh tunas, saat tumbuh akar, jumlah tunas, jumlah akar, berat basah total, dan tinggi tunas yang memiliki data normal sehingga dapat dianalisis menggunakan uji F taraf 5%. Data persentase tumbuh tunas, persentase tumbuh akar, jumlah tunas, dan berat total kalus memiliki data yang tidak normal sehingga disajikan secara deskriptif dengan menggunakan rata-rata hasil pengamatan (Tabel 1).

Tabel 2. Rangkuman nilai uji F pada taraf 5% terhadap saat tumbuh tunas, saat tumbuh akar, jumlah akar, jumlah daun, berat basah total, dan tinggi tunas.

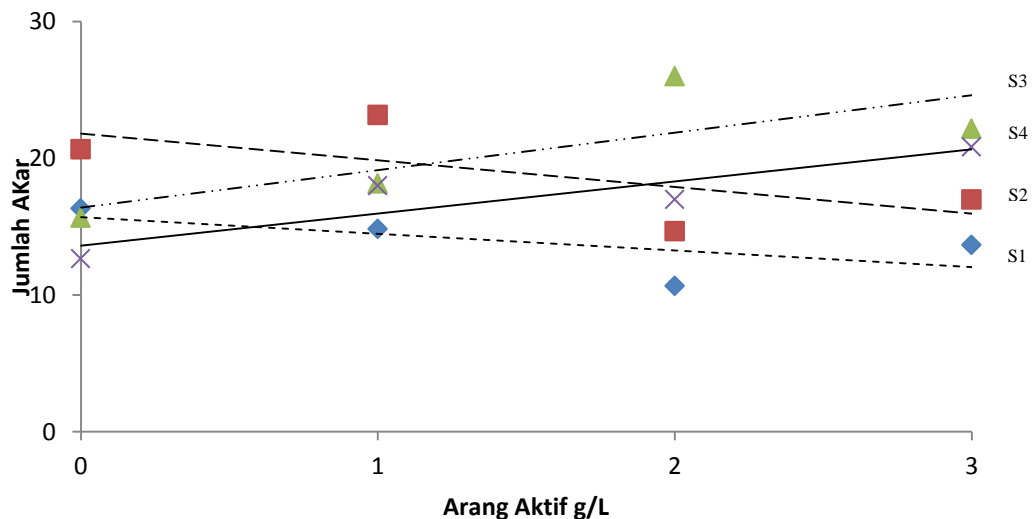
No	Variabel Pengamatan	F hitung 5%		
		Sukrosa	Arang aktif	Interaksi
1	Saat tumbuh tunas	39,1855*	7,2579 *	1,3575 ^{ns}
2	Saat tumbuh akar	4,6729*	0,6023 ^{ns}	0,8377 ^{ns}
3	Jumlah akar	4,6285*	0,6568 ^{ns}	2,2803*
4	Jumlah daun	7,4809*	7,7038*	1,8190 ^{ns}
5	Berat basah total	6,4728*	1,6340 ^{ns}	1,7105 ^{ns}
6	Tinggi tunas	3,0449*	1,9805 ^{ns}	3,0566*

Keterangan : * : Berbeda nyata
ns : Tidak berbeda nyata

Hasil uji F taraf 5% menunjukkan bahwa interaksi penambahan konsentrasi sukrosa dan konsentrasi arang aktif berbeda nyata terhadap variabel pengamatan jumlah akar dan tinggi tunas. Pemberian konsentrasi sukrosa secara tunggal berpengaruh berbeda nyata terhadap semua variabel pengamatan eksplan bawang putih. Sedangkan pemberian konsentrasi arang aktif secara tunggal berbeda nyata terhadap variabel pengamatan saat tumbuh tunas dan jumlah daun (Tabel 2).

4.3 Interaksi Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Arang Aktif terhadap Jumlah Akar

Analisis keragaman menunjukan bahwa interaksi sukrosa dan arang aktif berpengaruh nyata terhadap variabel jumlah akar. Pemberian konsentrasi 30 g/L dan 60 g/L sukrosa pada variabel jumlah akar mengikuti pola respon linear negatif $y = -1.2167x + 15.7$ dengan $r = -0.6541$ dan $y = -1.95x + 21.8$ dengan $r = -0.6661$. Sedangkan pemberian konsentrasi 90 g/L dan 120 g/L sukrosa mengikuti pola respon linear positif $y = 2.7333x + 16.4$ dengan $r = 0.7772$ dan $y = 2.35x + 13.6$ dengan $r = 0.8958$ (Gambar 1).

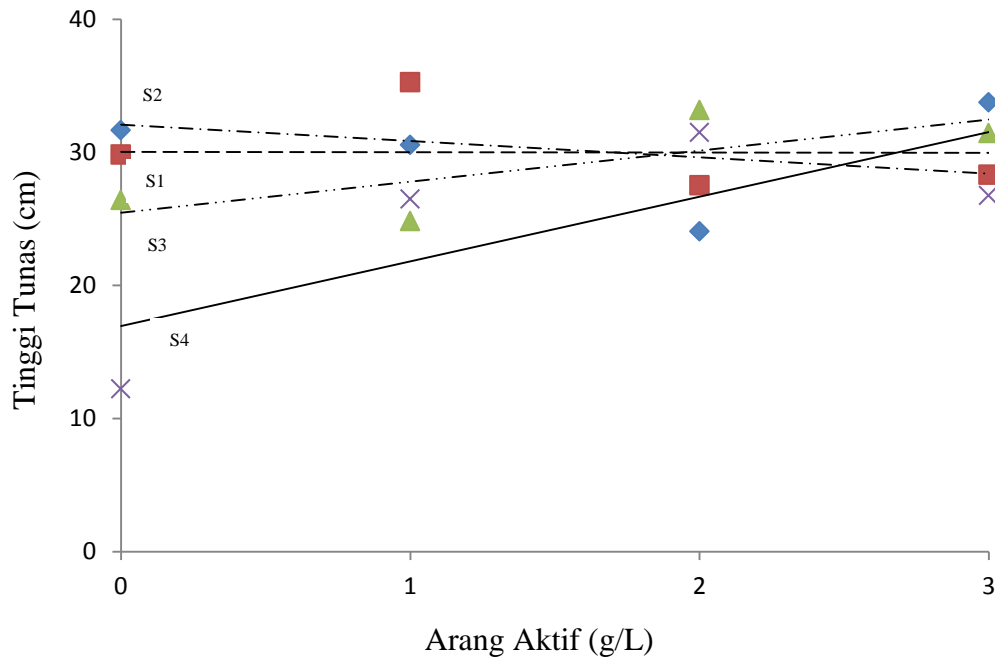


Gambar 1. Pengaruh interaksi sukrosa dan arang aktif terhadap jumlah akar eksplan bawang putih 12 minggu setelah tanam. (S1 = 30g/L Sukrosa; S2 = 60g/L Sukrosa; S3 = 90 g/L Sukrosa; dan S4 = 120 g/L Sukrosa).

Interaksi konsentrasi 90 g/L sukrosa dan 120 g/L dengan pemberian arang aktif menunjukkan peningkatan pada jumlah akar eksplan bawang putih. Sedangkan interaksi konsentrasi 30 g/L sukrosa dan 60 g/L sukrosa dengan pemberian arang aktif menunjukkan penurunan pada jumlah akar eksplan bawang putih. Hal ini diduga arang aktif pada media mengikat unsur hara sehingga ketersediaan unsur hara yang digunakan untuk pertumbuhan eksplan berkurang. Pada konsentrasi 90 g/L sukrosa ketersediaan unsur hara pada media masih tersedia sehingga eksplan dapat tumbuh dengan baik. Namun pada konsentrasi 120 g/L sukrosa media sudah terlalu pekat sehingga eksplan kesulitan dalam penyerapan unsur hara pada media yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan eksplan. Arang aktif menyebabkan media menjadi gelap sehingga dapat merangsang terbentuknya akar tanaman (Sumardi, 2000). Berbeda dengan Batubara (2013) menyatakan penambahan 120 g/L sukrosa pada kultur anggrek menghasilkan jumlah akar terbanyak yaitu sebanyak 4,5 akar. Fitriani (2007) menyatakan 78,26 g/L sukrosa menghasilkan 6 akar dan merupakan konsentrasi optimum pada variabel jumlah akar pada kultur tanaman panili.

4.4 Interaksi Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Arang Aktif terhadap Tinggi Tunas

Interaksi antara pemberian sukrosa dan arang aktif berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas eksplan bawang putih. Uji polinomial orthogonal menunjukkan pemberian konsentrasi 30 g/L dan 60 g/L sukrosa terhadap tinggi tunas mengikuti pola respon linear negatif $y = -0,025x + 30,042$ dengan $r = -0,007$ dan $y = -1,2283x + 32,08$ dengan $r = -0,4548$. Sedangkan pemberian 90 g/L dan 120 g/L sukrosa mengikuti pola respon linear positif $y = 2,3383x + 25,455$ dengan $r = 0,7601$ dan $y = 4,86x + 16,952$ dengan $r = 0,7522$ (Gambar 2).

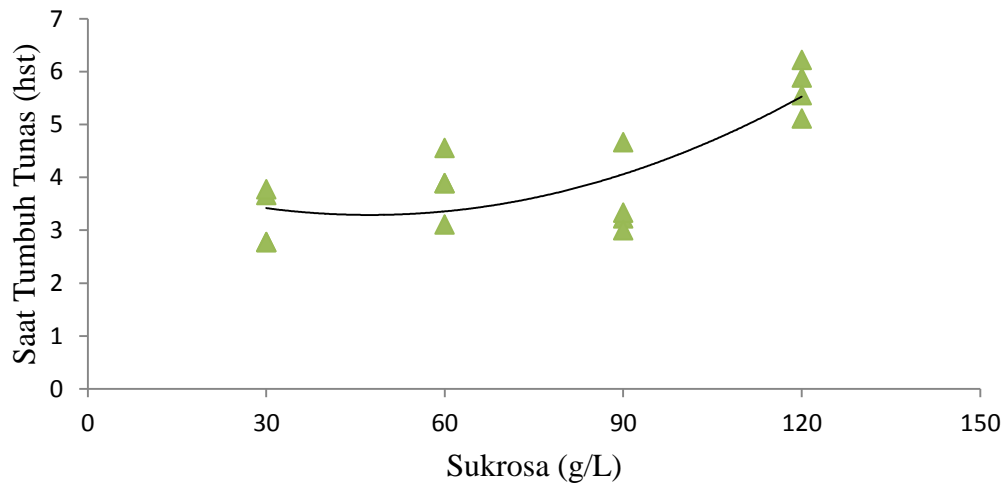


Gambar 2. Pengaruh interaksi sukrosa dan arang aktif terhadap tinggi tunas eksplan bawang putih pada 12 minggu setelah tanam. (S1 = 30g/L Sukrosa; S2 = 60g/L Sukrosa; S3 = 90 g/L Sukrosa; dan S4 = 120 g/L Sukrosa).

Interaksi 90 g/L sukrosa dan 120 g/L sukrosa dengan pemberian arang aktif menunjukkan peningkatan pada tinggi eksplan bawang putih. Berbeda dengan penelitian Batubara (2013) pada kultur anggrek dan Sari (2004) pada kultur jahe yang menyatakan bahwa konsentrasi 30 g/L sukrosa menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 1,8 cm. Sitohang (2005) melaporkan pemberian 4 g/L arang aktif meningkatkan tinggi tunas yaitu 7,5 cm pada kultur tanaman tempuyung. Dari nilai koefisien korelasi (r) pada konsentrasi 30 g/L sukrosa dan 60 g/L sukrosa pemberian arang aktif pada taraf 0 - 3 g/L belum menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tinggi tunas eksplan bawang putih ($r \leq 0,6$).

4.5 Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Arang Aktif Secara Tunggal terhadap Saat Tumbuh Tunas

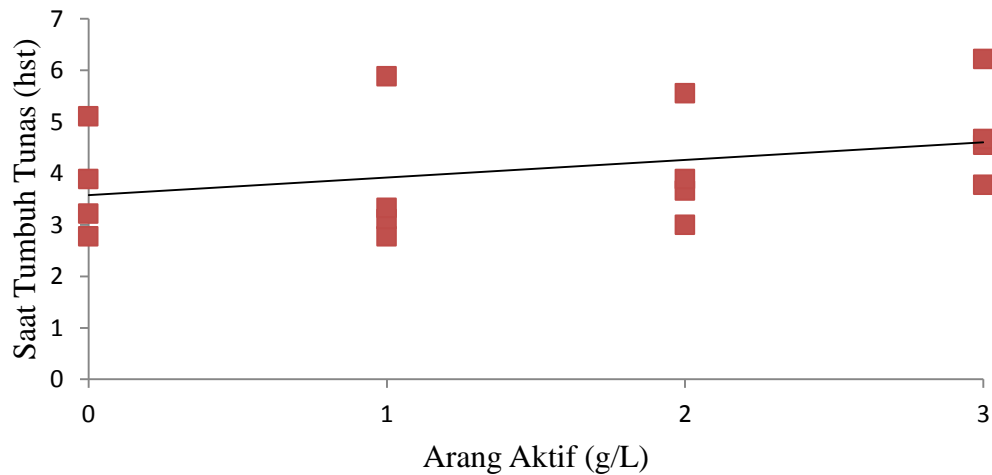
Hasil uji lanjut polinomial orthogonal konsentrasi sukrosa terhadap variabel pengamatan saat tumbuh tunas disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh sukrosa terhadap saat tumbuh tunas eksplan bawang putih.

Hasil uji lanjut polinomial orthogonal menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi sukrosa pada media MS meningkatkan saat tumbuh tunas secara kuadratik dengan pola $y = 0,0004x^2 - 0,0402x + 4,2431$ dan $R^2 = 0,6497$. Konsentrasi 50,25 g/L sukrosa merupakan konsentrasi optimum yang menghasilkan saat tumbuh tunas dalam 3,5 hari setelah tanam. Peningkatan pemberian sukrosa lebih dari 50,25 g/L dapat mengakibatkan terhambatnya tunas muncul pada eksplan bawang putih. Peningkatan konsentrasi sukrosa mengakibatkan tekanan osmotik juga meningkat sehingga penyerapan nutrisi eksplan bawang putih pada media terhambat (Marlin, 2000). Berbeda dengan Batubara (2013) yang menyatakan penggunaan 30 g/L sukrosa pada kultur anggrek menghasilkan saat tumbuh tunas tercepat yaitu 10 hari setelah tanam dan penggunaan 120 g/L sukrosa menghasilkan saat tumbuh tunas terlama yaitu 33 hari setelah tanam.

Pada arang aktif, uji lanjut polinomial orthogonal menunjukkan pemberian arang aktif pada beberapa taraf konsentrasi variabel saat muncul tunas mengikuti pola respon linear positif dengan pola $y = 0,3417x + 3,425$ dan $r = 0,3524$ (Gambar 4). Nilai koefisien korelasi (r) terhadap saat tumbuh tunas belum menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf konsentrasi arang aktif 0 – 3 g/L ($r \leq 0,6$).

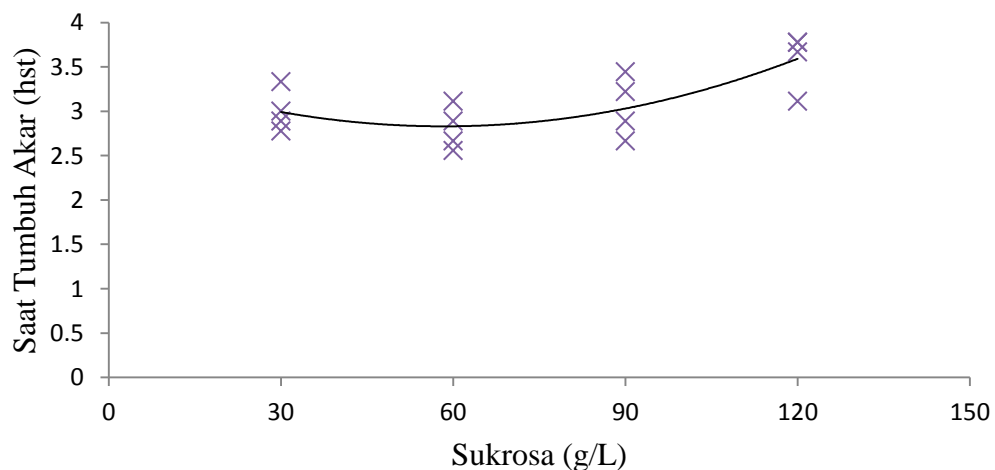


Gambar 4. Pengaruh arang aktif terhadap saat tumbuh tunas eksplan bawang putih.

Berbeda dengan Gustiani (2004) yang menyatakan pemberian 60 g/L sukrosa yang dikombinasikan dengan 2 g/L arang aktif pada kultur tempuyung menghasilkan saat tumbuh tunas tercepat yaitu 2 hari setelah tanam. Pada kultur bawang putih media MS yang menjadi pekat diduga menghambat eksplan dalam penyerapan unsur hara pada media tersebut sehingga saat tumbuh tunas juga terhambat.

4.6 Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Secara Tunggal terhadap Saat Tumbuh Akar

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa sukrosa secara tunggal berpengaruh nyata terhadap saat tumbuh akar eksplan bawang putih, sedangkan arang aktif secara tunggal dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap saat tumbuh akar. Uji lanjut polinomial orthogonal pada variabel saat tumbuh akar menunjukkan bahwa pemberian beberapa konsentrasi sukrosa pada media MS meningkat secara kuadrat dengan pola $y = 0,0002x^2 - 0,0239x + 3,646$ dan $R^2 = 0,2649$ (Gambar 5). Nilai koefisien determinasi (R^2) terhadap pemberian sukrosa pada taraf 30 – 120 g/L belum berbeda nyata terhadap saat tumbuh akar eksplan bawang putih.

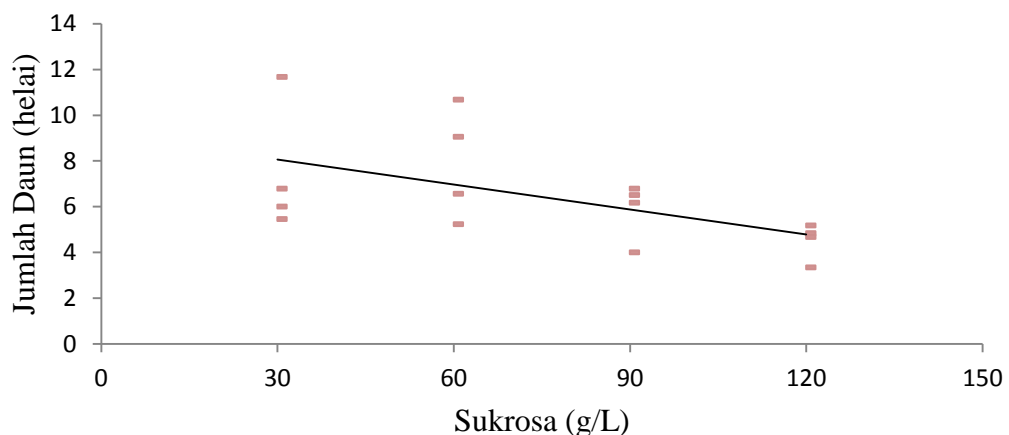


Gambar 5. Pengaruh sukrosa terhadap saat tumbuh akar eksplan bawang putih.

Penelitian yang dilakukan Batubara (2013), konsentrasi 120 g/L sukrosa menghasilkan saat tumbuh akar tercepat yaitu 7 hari setelah tanam dan konsentrasi 30 g/L sukrosa menghasilkan saat tumbuh akar terlama yaitu 21 hari setelah tanam pada kultur anggrek.

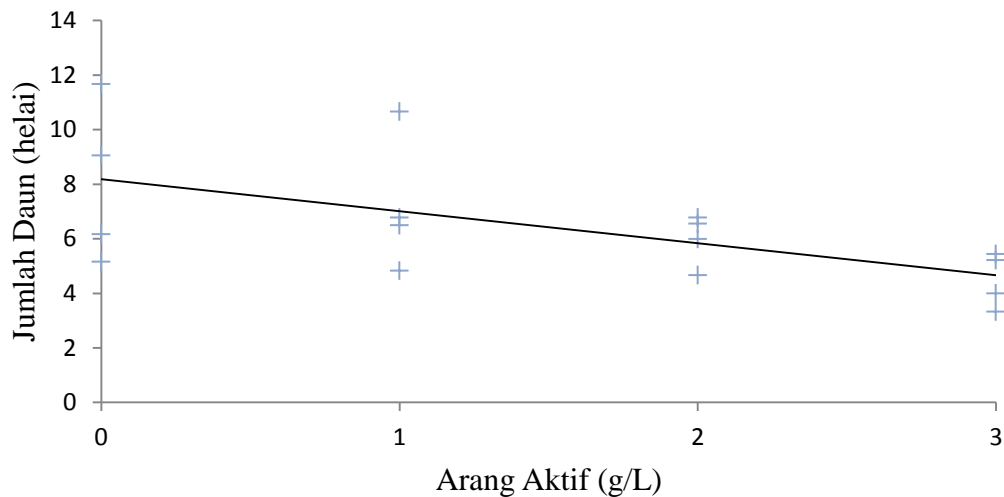
4.7 Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Arang Aktif Secara Tunggal terhadap Jumlah Daun

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian konsentrasi sukrosa dan arang aktif berbeda nyata secara tunggal namun tidak berbeda nyata secara interaksi. Uji lanjut polinomial orthogonal menunjukkan pemberian beberapa konsentrasi sukrosa dan arang aktif pada variabel jumlah daun kedua perlakuan tersebut mengikuti pola respon linear negatif dengan pola $y = -0,0364x + 9,1597$ dengan $r = -0,5536$ pada sukrosa dan $y = -1,1736x + 8,1875$ dengan $r = -0,5943$ pada arang aktif (Gambar 6 dan Gambar 7).



Gambar 6. Pengaruh sukrosa terhadap jumlah daun eksplan bawang putih pada 12 minggu setelah tanam.

Konsentrasi sukrosa pada taraf 30 - 120 g/L belum menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap jumlah daun pada eksplan bawang putih. Penelitian yang dilakukan Gustiani (2004) pada kultur pisang abaka menyatakan konsentrasi 30 g/L sukrosa menghasilkan jumlah daun terbanyak yaitu 6 daun/eksplan. Peningkatan pemberian sukrosa menurunkan jumlah daun.

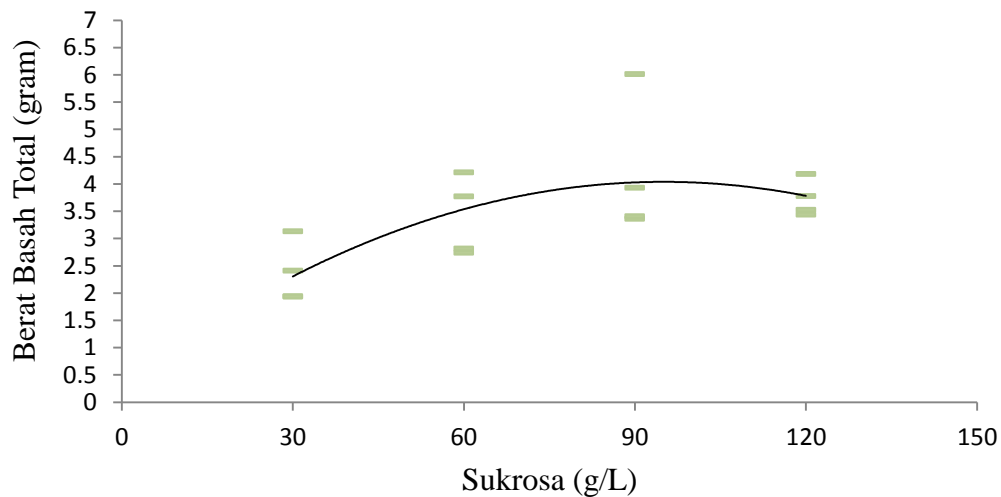


Gambar 7. Pengaruh arang aktif terhadap jumlah daun eksplan bawang putih pada 12 minggu setelah tanam.

Pemberian arang aktif pada taraf 0 - 3 g/L menunjukkan penurunan jumlah daun pada eksplan bawang putih (Gambar 7). Arang aktif merupakan adsorban yang sangat kuat. Penurunan jumlah daun pada eksplan bawang putih diduga arang aktif menyerap unsur hara pada media sehingga ketersediaan unsur hara yang akan digunakan untuk pertumbuhan eksplan tidak tersedia dengan baik. Namun menurut Sitohang (2005), peningkatan pemberian arang aktif meningkatkan jumlah daun secara linear pada kultur tempuyung.

4.8 Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Secara Tunggal terhadap Berat Basah Total

Analisis keragaman menunjukkan bahwa sukrosa secara tunggal berbeda nyata terhadap berat basah total eksplan bawang putih. Sedangkan arang aktif baik secara tunggal maupun interaksi tidak berpengaruh nyata. Uji polinomial orthogonal menunjukkan pemberian beberapa konsentrasi sukrosa meningkatkan berat basah total eksplan bawang putih secara kuadratik dengan pola $y = -0,0004x^2 + 0,078x + 0,3347$ dan $R^2 = 0,4754$ (Gambar 8).



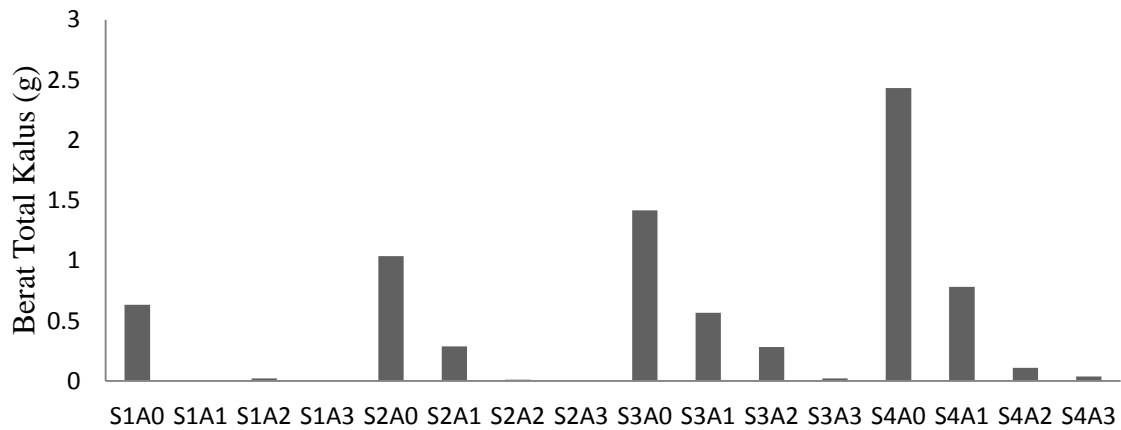
Gambar 8. Pengaruh sukrosa terhadap berat basah total eksplan bawang putih pada 12 minggu setelah tanam.

Pemberian sukrosa pada taraf 30 – 120 g/L belum menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap berat basah total eksplan bawang putih. Sari (2004) yang menyatakan pada kultur jahe pemberian 90 g/L sukrosa menghasilkan berat basah total tertinggi yaitu 0,6 gram.

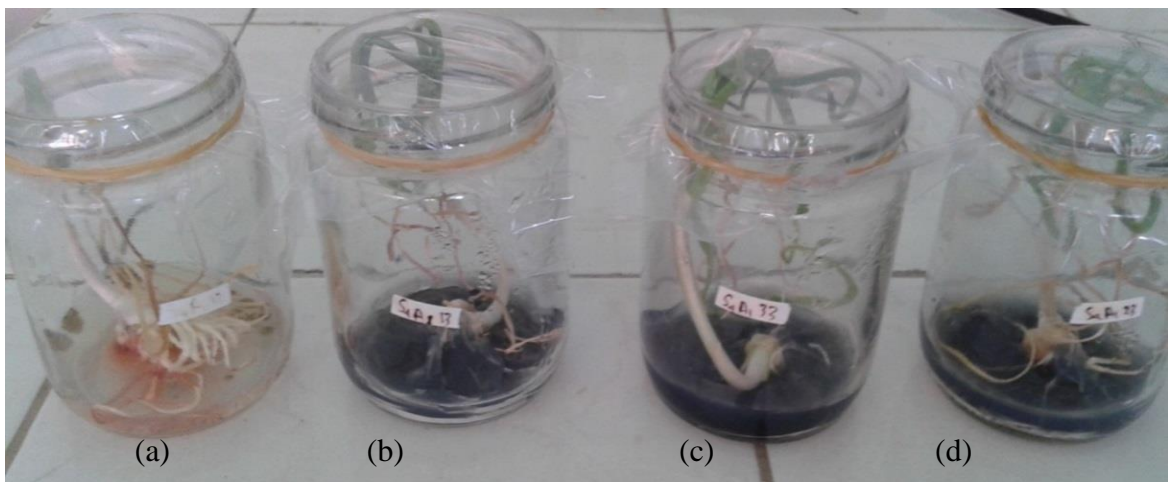
4.9 Persentase Tumbuh Tunas, Persentase Tumbuh Akar, Jumlah Tunas, Berat Total Kalus dan Warna Kalus.

Pemberian sukrosa dan arang aktif pada Media MS tidak terlalu berpengaruh terhadap persentase terbentuk tunas. Tunas pada bawang putih semuanya dapat tumbuh pada minggu pertama. Sedangkan pada persentase tumbuh akar, pemberian sukrosa 120 g/L menghasilkan persentase tumbuh akar terendah 88,88%. Hal ini kemungkinan disebabkan konsentrasi sukrosa yang terlalu pekat menyebabkan eksplan kesulitan dalam menyerap unsur hara pada media tersebut sehingga pembentukan akar sedikit terhambat.

Peningkatan pemberian sukrosa dapat meningkatkan terbentuknya kalus pada eksplan bawang putih, namun peningkatan pemberian arang aktif dapat menghambat terbentuknya kalus (Gambar 9). Hal ini sesuai dengan penelitian Winarto *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa pemberian sukrosa dapat meningkatkan pembentukan kalus.



Gambar 9. Rata-rata berat total kalus setiap perlakuan 12 minggu setelah tanam.



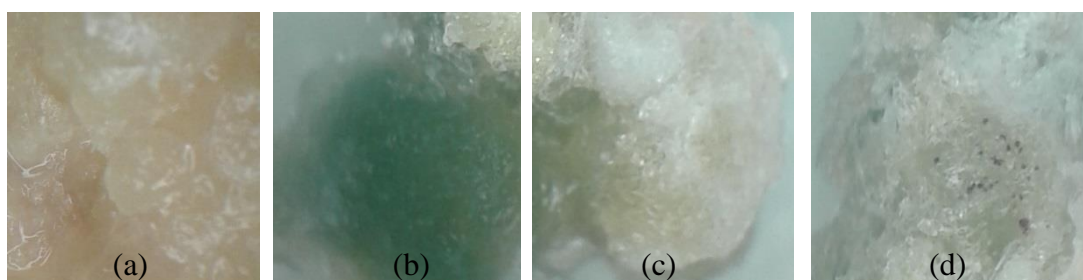
Gambar 10. Jumlah tunas eksplan bawang putih pada beberapa taraf konsentrasi arang aktif pada umur 12 minggu setelah tanam. (a) tanpa arang aktif, (b) arang aktif 1 g/L, (c) arang aktif 2 g/L, dan (d) arang aktif 3 g/L.

Jumlah tunas per eksplan hanya memiliki 1 tunas. Diduga ukuran eksplan yang terlalu besar mengakibatkan dominasi apikal sehingga hanya terdapat 1 titik tumbuh yang dominan dan pertumbuhan lebih diarahkan pada pemanjangan tunas saja (Gambar 10). Pada penelitian yang dilakukan Sari (2004) penggunaan 60 g/L sukrosa menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada kultur jahe. Batubara (2013) menyatakan penggunaan 120 g/L sukrosa menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada kultur anggrek yaitu 9 tunas.



Gambar 11. Warna kalus eksplan bawang putih pada umur 12 minggu setelah tanam. (a) Media MS tanpa arang aktif dan (b) Media MS dengan arang aktif.

Pemberian arang aktif sangat berpengaruh terhadap pencoklatan pada kalus. Eksplan yang dihasilkan pada media tanpa arang aktif menunjukkan gejala pencoklatan pada kalus, sedangkan eksplan pada media yang diberi arang aktif dapat mengurangi gejala pencoklatan (Gambar 11). Hal ini sesuai dengan pendapat Thomas (2008) yang menyatakan bahwa pemberian arang aktif pada Media MS dapat mengurangi gejala pencoklatan pada eksplan.



Gambar 12. Warna kalus eksplan bawang putih pada umur 12 minggu setelah tanam pada konsentrasi sukrosa 90 g/L dengan perbesaran 40 kali. (a) arang aktif 0 g/L, (b) arang aktif 1 g/L, (c) arang aktif 2 g/L, dan (d) arang aktif 3 g/L.

Kombinasi 1-3 g/L arang aktif pada konsentrasi 90 g/L sukrosa mampu menghasilkan kalus berwarna hijau bening sampai dengan putih bening. Diduga kalus berwarna hijau bening akan membentuk organ daun sementara kalus yang berwarna putih bening akan berkembang membentuk embrio somatik. Petersen dan Smith (1991) serta Rai *et al* (2009) menyatakan bahwa kalus remah dan berwarna putih bening sampai kuning bening merupakan kalus yang dapat diinduksi menjadi embrio somatik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian sukrosa sampai dengan 120 g/L dan arang aktif sampai dengan 3 g/L mampu menginduksi pembentukan akar, tunas, dan kalus bawang putih secara *in vitro*. Interaksi 90 g/L sukrosa dan 3 g/L arang aktif menghasilkan jumlah akar terbanyak (24,5 akar) dan tinggi tunas tertinggi (32,5 cm). Konsentrasi 50,25 g/L merupakan konsentrasi optimal dalam mendapatkan saat tumbuh tunas tercepat (3,5 hari setelah tanam). Konsentrasi 2 g/L arang aktif pada konsentrasi 90 g/L sukrosa menghasilkan kalus terbaik yang dapat diinduksi menjadi embriosomatik.

5.2 Saran

Pemberian sukrosa dan arang aktif sebaiknya tidak pada tahap awal penelitian dan perlu adanya penambahan ZPT (auksin atau sitokinin).

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, E. R. P. 2013. Multipikasi tunas mikro Anggrek *Dendrobium* sp. Cv. Tongchai dengan pemberian BAP dan sukrosa secara *in vitro*. Skripsi. Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- BPS. 2013. Produksi dan Produktivitas Bawang Putih Tahun 2008-2012. <http://www.bps.go.id/>. Diakses tanggal 4 Oktober 2013.
- Diny. 2009. Peran sukrosa dan Paclobutrazol dalam Pembentukan Umbi Lapis Mikro Bawang Merah. Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Ditjentan. 1997. Perkembangan luas panen, rata-rata hasil dan produksi sayuran. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.
- Febrianti, I. 2003. Organogenesis bawang putih dataran rendah pada beberapa konsentrasi sukrosa dan modifikasi media cair secara *in vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Fitriani, R. 2007. Multipikasi tunas mikro Panili (*Vanilla planifolia* Andrewa) pada beberapa taraf konsentrasi amonium nitrat dan sukrosa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Gunawan, L. W. 1992. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gustiani. 2004. Aplikasi sukrosa dan arang aktif pada pengakaran tunas pisang Abaka secara *in vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasi).
- Haque, M. S., T. Wada, and K. Hattori. 2003. Shoot regeneration and bulblet formation from shoot and root meristem of garlic cv. Bangladesh local. *Asian J. Plant Sci.* II (1): 23-27.
- Hartman, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, Jr. and R. L. Geneve. 1997. *Plant Propagation : Principles and Practices*. Prentice-Hall. Upper Saddle River. New Jersey.
- Hendaryono, S. dan Wijayanti. 1994. Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman secara Vegetatif Modern. Kanisius. Yogyakarta.
- Karjadi, A. K. dan A. Buchory. 2007a. Pengaruh NAA dan BAP terhadap pertumbuhan jaringan meristem bawang putih pada media B5. *Jurnal Hortikultura* XVII (3): 217-223.
- Karjadi, A. K. dan A. Buchory. 2007b. Pengaruh penambahan auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan tunas bawang putih. *Jurnal Hortikultura* XVII (3): 314-320.

- Katuuk, J. R. P. 1989. Teknik Kultur Jaringan dalam Mikropropagasi Tanaman. Depdikbud. Dirjen Pendidikan dan Tenaga Kependidikan. Jakarta.
- Keenan, C. W., D. C. Kleinfelter, and J. H. Wood. 1991 General Collage Chemistry diterjemahkan oleh Pujatmaka, A. H. 1992. Kimia Untuk Universitas. Erlangga. Jakarta.
- Lipavska, H. and H. Konradova. 2004. Somatic embryogenesis in conifers: The role of carbohydrate metabolism. *In Vitro Cell. Biol.-Plant*. 40: 23–30.
- Ma, Y., H. L. Wang, C. J. Zhang, and Y. Q. Kang. 1994. High rate virus-free plantlet via generation via garlic scape-tip culture. *Plant Cell Report*. 14:65-68.
- Marlin, Yulian, dan Hermansyah. 2012. Inisiasi kalus embriogenik pada kultur jantung pisang ‘Curup’ dengan pemberian sukrosa, BAP dan 2,4-D. *Jurnal Agrivigor* XI (2): 275-283.
- Marlin. 2000. Mikropropagasi bawang putih (*Allium sativum* L.) dalam media cair dengan menambahkan substrat pengganti agar pada beberapa konsentrasi sukrosa. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu (Tidak dipublikasikan).
- Marlin. 2003. Peningkatan produksi bibit jahe (*Zingiber officinale* Rosc) bebas penyakit layu bakteri dengan pembentukan rimpang mikro secara *in vitro*. Laporan hasil penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasi).
- Nasution, S. S. 1993. Pengaruh air kelapa, arang aktif dan zeolit terhadap pertumbuhan jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) secara *in vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor (tidak dipublikasi.)
- Nisa, C. dan Rodinah. 2005. Kultur jaringan beberapa kultivar buah pisang (*Musa paradisiaca* L.) dengan pemberian campuran NAA dan kinetin. *Bioscientiae* 2: 23-26.
- Peterson, G. and R. Smith. 1991. Effect of abscisic acid and callus size on regeneration of American and international rice varieties. *Plant Cell Rep* X : 35-38.
- Priyakumari, I., V. L. Sheela, S. George, and R. L. Mirsa. 2002. Effect of carbon sources on *In vitro* shoot proliferation and rooting of gladiolus. *Floriculture Research Trend*. India.
- Ratna, S. 2010. Induksi Umbi Mikro Kentang Udara (*Dioscorea bulbifera* L.) Dengan Perlakuan Beberapa Konsentrasi Sukrosa. Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- Rai, M. K., V. S. Jaiswal, and U. Jaiswal. 2009. Shoot multiplication and plant regeneration of guava (*Psidium guajava* L.) from nodal explants of *in vitro* raised plantlets. *J. Fruit Ornament. Plants Res*. XVII (1): 29-38.

- Samadi, B. 2010. Usaha Tani Bawang Putih. Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso, H. S. 1988. Bawang Putih. Kanisius. Yogyakarta.
- Sari, H. Y. 2004. Hardening *in vitro* planlet jahe dengan pemberian sukrosa dan arang aktif. Skripsi. Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Sitohang, M. 2005. Aplikasi beberapa konsentrasi IBA dan arang aktif pada induksi pembentukan akar propagul tempuyung. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Smith, R. H. 2000. Plant Tissue Culture Technique and Experiment. Academic Press. California.
- Sumardi. 2000. Stimulasi pengakaran stek mikro nilam dengan variasi konsentrasi arang aktif. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Suyanto, Z. A. dan T. Octomo. 1994. Pengaruh kombinasi 2,4-D dan Kinetin terhadap pertumbuhan eksplan pucuk bawang putih (*Allium sativum* L.) secara *in vitro*. Prosiding Simposium Hortikultura Nasional: 288-290.
- Thomas, T. D. 2008. The Role of Activated Charcoal in Plant Tissue Culture. Biotechnology Advance. Research Department of Botany. India.
- Tjitrosoepomo. 1994. Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan. UGM Press. Jogjakarta.
- Wattimena, G. A. 1992. Bioteknologi Tanaman. Pusat antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Wattimena, G. A. dan Purwito. 1989. Produksi Umbi Mikro Kentang. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Wibowo, S. 2003. Budidaya Bawang. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winarto, B., N. A. Mattjik, A. Purwito, dan B. Marwoto. 2009. Kultur antera Anthurium: Pengaruh sukrosa dan glukosa terhadap keberhasilan induksi pembentukan kalus dan regenerasinya. Berk. Panel. Hayati. 14: 165-171.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Yuswanti. 1999. Hardening *in vitro* salak melalui modifikasi media. Akta Agrosia III (1) : 43-46.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Bididaya. Bumi Aksara. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah percobaan

S ₁ A ₀ U1 O O O	S ₁ A ₃ U1 O O O	S ₁ A ₁ U2 O O O
S ₃ A ₁ U2 O O O	S ₄ A ₀ U1 O O O	S ₃ A ₂ U1 O O O
S ₂ A ₂ U3 O O O	S ₁ A ₂ U2 O O O	S ₃ A ₁ U3 O O O
S ₄ A ₃ U1 O O O	S ₂ A ₂ U2 O O O	S ₃ A ₀ U2 O O O
S ₁ A ₃ U3 O O O	S ₂ A ₀ U2 O O O	S ₄ A ₂ U3 O O O
S ₂ A ₁ U3 O O O	S ₄ A ₂ U2 O O O	S ₁ A ₀ U2 O O O
S ₃ A ₀ U1 O O O	S ₃ A ₂ U3 O O O	S ₄ A ₁ U2 O O O
S ₂ A ₃ U3 O O O	S ₃ A ₁ U1 O O O	S ₄ A ₀ U3 O O O
S ₄ A ₀ U2 O O O	S ₂ A ₂ U1 O O O	S ₃ A ₃ U2 O O O
S ₃ A ₃ U3 O O O	S ₄ A ₃ U3 O O O	S ₁ A ₃ U2 O O O
S ₁ A ₀ U3 O O O	S ₁ A ₀ U1 O O O	S ₁ A ₂ U3 O O O
S ₂ A ₃ U2 O O O	S ₃ A ₃ U1 O O O	S ₄ A ₁ U1 O O O
S ₄ A ₃ U2 O O O	S ₂ A ₀ U1 O O O	S ₄ A ₂ U1 O O O
S ₁ A ₁ U1 O O O	S ₄ A ₁ U2 O O O	S ₂ A ₁ U1 O O O
S ₃ A ₂ U2 O O O	S ₃ A ₀ U3 O O O	S ₂ A ₃ U1 O O O
S ₂ A ₀ U3 O O O	S ₁ A ₂ U1 O O O	S ₁ A ₁ U3 O O O

Keterangan

- S₁A₀ = Media MS + 30 g/L sukrosa tanpa arang aktif
 S₁A₁ = Media MS + 30 g/L sukrosa + 1 g/L arang aktif
 S₁A₂ = Media MS + 30 g/L sukrosa + 2 g/L arang aktif
 S₁A₃ = Media MS + 30 g/L sukrosa + 3 g/L arang aktif
 S₂A₀ = Media MS + 60 g/L sukrosa tanpa arang aktif
 S₂A₁ = Media MS + 60 g/L sukrosa + 1 g/L arang aktif
 S₂A₂ = Media MS + 60 g/L sukrosa + 2 g/L arang aktif
 S₂A₃ = Media MS + 60 g/L sukrosa + 3 g/L arang aktif
 S₃A₀ = Media MS + 90 g/L sukrosa tanpa arang aktif
 S₃A₁ = Media MS + 90 g/L sukrosa + 1 g/L arang aktif
 S₃A₂ = Media MS + 90 g/L sukrosa + 2 g/L arang aktif
 S₃A₃ = Media MS + 90 g/L sukrosa + 3 g/L arang aktif
 S₄A₀ = Media MS + 120 g/L sukrosa tanpa arang aktif
 S₄A₁ = Media MS + 120 g/L sukrosa + 1 g/L arang aktif
 S₄A₂ = Media MS + 120 g/L sukrosa + 2 g/L arang aktif
 S₄A₃ = Media MS + 120 g/L sukrosa + 3 g/L arang aktif
 U1 = Ulangan 1
 U2 = Ulangan 2
 U3 = Ulangan 3

Lampiran 2. Pembuatan larutan stok untuk 1 liter media MS

MEDIA MS					
Stok	Bahan Kimia	Kebutuhan (mg/L)	Kepekatan	Kebutuhan mg/L	Pipet ml/L
A	NH ₄ NO ₃	1650	50	82500	20
B	KNO ₃	1900	50	95000	20
C	CaCl ₂ .2H ₂ O	440	100	44000	10
D	MgSO ₄ .7H ₂ O	370	100	37000	10
	KH ₂ PO ₄	170	100	17000	
E	FeSO ₄ .7H ₂ O	28	200	5600	5
	Na ₂ EDSA	37,3	200	7460	
F	MnSO ₄ .4H ₂ O	22,3	500	11150	2
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,6	500	4300	
	H ₃ BO ₃	6,2	500	3100	
	KI	0,83	500	415	
	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25	500	125	
	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	500	12,5	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	500	12,5	
G	Myo Inositol	100	100	10000	10
H	Thiamin	0,1	1000	100	1
	Nikotinik Acid	0,5	1000	500	
	Piridoksin	0,5	1000	500	
	Glycine	2	1000	2000	

Lampiran 3. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal saat tumbuh tunas

Uji F pada taraf 5% saat tumbuh tunas

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Ulangan	2	0,6563	0,3281	0,8552 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	45,1042	15,0347	39,1855*	2,92
Linear	1	30,1042	30,1042	78,4615*	4,17
Kuadratik	1	8,3333	8,3333	21,7195*	4,17
Arang Aktif	3	8,3542	2,7847	7,2579*	2,92
Linear	1	7,0042	7,0042	18,2552*	4,17
Kuadratik	1	1,3333	1,3333	3,4751 ^{ns}	4,17
Sukrosa x Arang Aktif	9	4,6875	0,5208	1,3575 ^{ns}	2,21
Galat	30	11,5104	0,3837		
Total	47	70,3125			

Keterangan : * : berbeda nyata
 ns : tidak berbeda nyata

Lampiran 4. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal saat tumbuh akar

Uji F pada taraf 5% saat tumbuh akar

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Blok	2	0,1354	0,0677	0,2025 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	4,6875	1,5625	4,6729*	2,92
Linear	1	2,6042	2,6042	7,7882*	4,17
Kuadrat	1	2,0833	2,0833	6,2305*	4,17
Arang Aktif	3	0,6042	0,2014	0,6023 ^{ns}	2,92
Sukrosa x Arang Aktif	9	2,5208	0,2801	0,8377 ^{ns}	2,21
Galat	30	10,0313	0,3344		
Total	47	17,9792			

Keterangan : * : berbeda nyata
 ns : tidak berbeda nyata

Lampiran 5. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal jumlah akar

Uji F pada taraf 5% jumlah akar

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Ulangan	2	6,2188	3,1094	0,1491 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	289,6406	96,5469	4,6285*	2,92
Linear	1	77,6344	77,6344	3,7218 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	210,4219	210,4219	10,0876*	4,17
Arang Aktif	3	41,0990	13,6997	0,6568 ^{ns}	2,92
Sukrosa x Arang Aktif	9	428,0885	47,5654	2,2803*	2,21
S dalam A0					
Linear	1	9,6000	9,6000	0,4602 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	10,0833	10,0833	0,4834 ^{ns}	4,17
S dalam A1					
Linear	1	0,7594	0,7594	0,0364 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	13,5469	13,5469	0,6494 ^{ns}	4,17
S dalam A2					
Linear	1	34,5042	34,5042	1,6541 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	31,6875	31,6875	1,5191 ^{ns}	4,17
S dalam A3					
Linear	1	26,6667	26,6667	1,2784 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	4,0833	4,0833	0,1958 ^{ns}	4,17
Galat	30	625,7813	20,8594		
Total	47	1390,8281			

Keterangan : * : berbeda nyata
 ns : tidak berbeda nyata

Lampiran 6. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal jumlah daun

Uji F pada taraf 5% jumlah daun

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Ulangan	2	8,0938	4,0469	1,0475 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	86,7083	28,9028	7,4809*	2,92
Linear	1	71,5042	71,5042	18,5074*	4,17
Kuadratik	1	9,1875	9,1875	2,3780 ^{ns}	4,17
Arang Aktif	3	89,2917	29,7639	7,7038*	2,92
Linear	1	87,6042	87,6042	22,6746*	4,17
Kuadratik	1	1,6875	1,6875	0,4368 ^{ns}	4,17
Sukrosa x Arang Aktif	9	63,2500	7,0278	1,8190 ^{ns}	2,21
Galat	30	115,9063	3,8635		
Total	47	363,2500			

Keterangan : * : berbeda nyata
 ns : tidak berbeda nyata

Lampiran 7. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal berat basah total

Uji F pada taraf 5% berat basah total

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Ulangan	2	1,5469	0,7735	0,6923 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	21,6955	7,2318	6,4728*	2,92
Linear	1	14,5337	14,5337	13,0083*	4,17
Kuadratik	1	6,5608	6,5608	5,8722*	4,17
Arang Aktif	3	5,4767	1,8256	1,6340 ^{ns}	2,92
Sukrosa x Arang Aktif	9	17,1997	1,9111	1,7105 ^{ns}	2,21
Galat	30	33,5179	1,1173		
Total	47	79,4368			
Keterangan : * : berbeda nyata					
ns : tidak berbeda nyata					

Lampiran 8. Uji F pada taraf 5% dan uji polinomial ortogonal tinggi tunas

Uji F pada taraf 5% tinggi tunas

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Ulangan	2	67,2132	33,6066	1,0862 ^{ns}	3,32
Perlakuan					
Sukrosa	3	282,6235	94,2078	3,0449*	2,92
Linear	1	206,7398	206,7398	6,6820*	4,17
Kuadratik	1	73,6313	73,6313	2,3798 ^{ns}	4,17
Arang Aktif	3	183,8277	61,2759	1,9805 ^{ns}	2,92
Sukrosa x Arang Aktif	9	851,1434	94,5715	3,0566*	2,21
S dalam A0					
Linear	1	143,0670	143,0670	4,6241*	4,17
Kuadratik	1	28,6752	28,6752	0,9268 ^{ns}	4,17
S dalam A1					
Linear	1	19,1253	19,1253	0,6181 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	1,7442	1,7442	0,0564 ^{ns}	4,17
S dalam A2					
Linear	1	29,3650	29,3650	0,9491 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	4,9730	4,9730	0,1607 ^{ns}	4,17
S dalam A3					
Linear	1	11,9930	11,9930	0,3876 ^{ns}	4,17
Kuadratik	1	0,1055	0,1055	0,0034 ^{ns}	4,17
Galat	30	928,1884	30,9396		
Total	47	2312,9962			

Keterangan : * : berbeda nyata
 ns : tidak berbeda nyata